

CORREÇÃO ATMOSFÉRICA DE PRIMEIRA ORDEM PARA ESTIMATIVA DE REFLECTÂNCIA SUPERFICIAL EM IMAGENS LANDSAT

LOURIVALDO MOTA LIMA ¹

JUAN CARLOS CEBALLOS ²

¹ Faculdade de Ciências e Tecnologia - UEPB - Campina Grande - PB

² Depto. de Ciências Atmosféricas - CCT - UFPB - Campina Grande - PB

e-mail: metfis@dca.ufpb.br

Abstract: A first order model was adapted for atmospheric correction of satellite images, in order to eliminate air and aerosols effects, transforming the radiance detected by the sensor satellite in true surface reflectance. Significant correction is found for pure Rayleigh atmosphere as well as for light aerosol charge.

Keywords: Atmospheric correction, Landsat 5 TM, surface reflectance.

1 Introdução

O sinal detectado por sensores em órbita consiste de uma integração espectral de radiâncias dentro de bandas (intervalos de frequência), podendo ser previsto a partir da equação da transferência radiativa conhecendo-se a estrutura física do sistema terra-atmosfera. A solução do problema de propagação obedece relações numéricas entre um conjunto de variáveis geométricas, atmosféricas e superficiais. Determinadas essas relações, o sensoriamento remoto pode ser usado em dois aspectos: 1) filtrar efeitos atmosféricos da atmosfera, visando avaliar propriedades da superfície; 2) conhecendo as propriedades de alguns alvos ("verdade terrestre"), estudar propriedades da atmosfera.

Os modelos mais sofisticados para correção atmosférica em imagens de satélite utilizam códigos de transferência radiativa que requerem dados de superfície referentes a alvos específicos da imagem ou medidas de parâmetros atmosféricos (Tanré *et alii*, 1986, Kneizys *et alii*, 1988). Uma das desvantagens desses métodos é o longo tempo de processamento.

Outros modelos de correção atmosférica consideram algumas aproximações tais como: superfície homogênea com reflectância isotrópica; fótons que realizam dispersão uma única vez numa atmosfera suposta com estratificação plano-paralela e sem nuvens ("aproximação de primeira ordem", Ceballos & Bastos, 1988). Estas hipóteses são frequentemente aceitáveis, e são aplicadas na análise de imagens multiespectrais.

Um método rápido e simples, que elimina os efeitos do ar e dos aerossóis, transformando a radiância detectada pelos sensores de satélite em reflectância superficial, é apresentado no que segue.

2 Método de processamento

Para uma atmosfera livre de aerossóis, Lima & Ceballos (1994) têm calculado reflectâncias superficiais a partir de dados de imagens Landsat 5 TM, obtendo a seguinte expressão para a reflectância superficial (aproximação de primeira ordem):

$$R_s = \frac{(R_p - R_a)(1 + \tau)}{(R_p - R_a)\tau + [1 + (\mu_o - 1/2)(1 - e^{-m_o\tau})]e^{-\tau}T_{o_3}}$$

onde R_p e R_a são as reflectâncias planetária (obtida por satélite) e puramente atmosférica (atmosfera Rayleigh), respectivamente; $\mu_o = \cos(Z_o)$, sendo Z_o o ângulo zenital solar; $m_o = 1/\mu_o$. T_{o_3} é a transmitância do ozônio. τ é a profundidade óptica da atmosfera, a qual realiza apenas dispersão molecular (Rayleigh).

Na prática, o valor de R_s obtido na equação acima é apenas aparente, sendo "contaminado" pela presença de aerossol na camada limite planetária. Entretanto, se τ se limita à espessura a cima do nível de 900 hPa, a hipótese de dispersão Rayleigh é plausível e R_s representa a reflectância associada ao sistema terra+camada limite planetária. Considerando-se que os aerossóis se concentram nesta camada, a correção atmosférica para obter-se o valor real da reflectância do solo pode ser realizada admitindo-se uma atmosfera dividida em duas camadas: uma composta por uma mistura de ar e aerossóis (ocupando a camada limite planetária) e a outra composta apenas de ar "limpo e seco" (situando-se acima da camada limite).

No caso da camada inferior, suas propriedades de transferência podem ser estimadas através de uma versão para dois fluxos da equação de Schwarzschild, admitindo-se isotropia hemisférica de radiância difusa (Ceballos, 1988).

Através do acoplamento da reflectância e transmitância das camadas superior e inferior, obtém-se uma relação entre a reflectância superficial e a reflectância planetária onde, a partir da construção de "curvas de calibração" apropriadas, R_s é deduzido a partir da medida de R_p .

3 Resultados e conclusões

Foram analisados segmentos de imagens Landsat 5 TM para seis canais no espectro solar sobre as regiões: 1) João Pessoa (7,11°S; 34,23°W) no litoral paraibano, 18 de janeiro de 1990; 2) São Gonçalo (6,84°S; 38,31°W) no alto sertão, 12 de agosto de 1990. Por outro lado foram utilizados dados piranométricos (obtidos em janeiro e fevereiro de 1988 e março de 1995) para avaliar a ordem de grandeza dos níveis de turbidez na atmosfera regional.

As Figuras I (a e b) apresentam a variação espectral de reflectâncias planetárias e as respectivas reflectâncias superficiais corrigidas com a aplicação do modelo, para dois alvos típicos (solo nu e águas oceânicas) nas bandas TM 1, 2, 3 e 4. Também são plotadas curvas de reflectâncias espectrais características de alvos naturais segundo Bowker *et alii* (1985) e Tanré *et alii* (1986). Duas situações foram consideradas para a camada de mistura: uma "limpa e seca" e outra considerando-se espessuras ópticas de aerossóis típicas da região, obtidas dos dados piranométricos. As correções nas reflectâncias foram significativas, atingindo frações consideráveis dos valores de reflectâncias planetárias nas bandas TM 1, 2 e 3.

Os resultados devem ser considerados qualitativos desde que medições de τ_a e R_s nos locais ("verdade terrestre") na data da imagem não estavam disponíveis.

Como pode ser visto das figuras, já na ausência de aerossóis a correção atmosférica é significativa; no entanto, quando uma carga de aerossóis é colocada na camada inferior a correção atmosférica revela-se ser ainda maior, evidenciando a importância deste parâmetro no procedimento de correção atmosférica de imagens.

O modelo é simples, em particular quando se deseja fazer uma avaliação rápida dos efeitos atmosféricos em imagens Landsat TM.

Referências

Bowker, D. E., Davis, R. E., Myrick, D. L., Stacy, K., Jones, W. T. *Spectral reflectances of natural targets for use in remote sensing studies*. NASA RP-1139, 1985.

Ceballos, J. C. On two-flux approximations for shortwave radiative transfer in the atmosphere. *Contributions Atmospheric Physics* 61(1), 1988, pp10-22.

___ & Bastos, E. J. B. Um estudo de imagens Landsat 5 no agreste paraibano - I: Refletâncias de duas épocas do ano. *Rev. Bras. de Meteorologia* 8, 1988, pp 207-215.

Knezyzys, F. X., Shettle, E. P., Abreu, L. W., Chetwynd, J. H., Anderson, G. P., Gallery, W. O., Selby, J. E. A., and Clough, S. A. *Atmospheric transmittance/radiance: compute code LOWTRAN 7*. Publication AFGL-TR-88-0177, Air Force Geophysics Laboratory, Hanscom Air Force Base, 1988.

Lima, L. M. & Ceballos, J. C. Correção de efeitos atmosféricos em imagens Landsat 5 TM: uma aplicação no estado da Paraíba. In: *Anais do VIII Cong. Bras. de Meteorologia vI*, Belo Horizonte (MG), 1994, pp. 400-402.

Tanré, D., Deroo, C., Duhaut, P., Herman, M., Morcrette, J. J., Deschamps, P. Y. *Simulation of the satellite signal in the spectrum (5s)*. Tec. Report, Lab. d'Optique Atm., Lille, 1986.

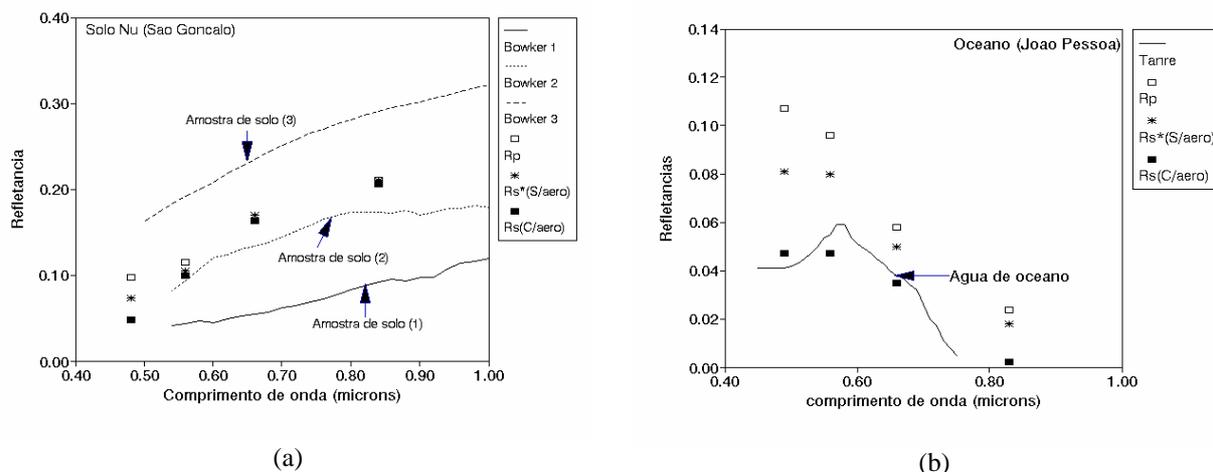


Figura I - Reflectâncias espectrais de (a) solos e (b) águas oceânicas: R_p obtidas da imagem, R_s^* e R_s obtidas do modelo sem aerossol e com aerossol, respectivamente. As linhas representam curvas espectrais de (a) Bowker *et alii*, 1985 e (b) Tanré *et alii*, 1986.